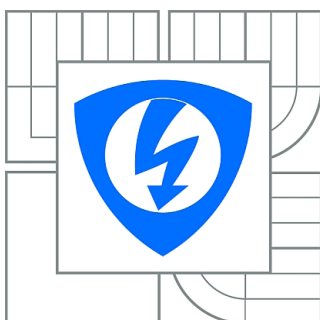


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘÍCÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

SOUTĚŽE V UMĚLÉ INTELIGENCI

COMPETITIONS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

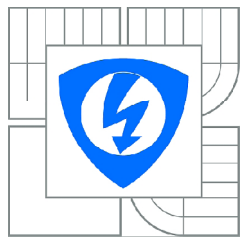
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL ŠAFÁŘ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR HONZÍK, Ph.d.

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Automatizační a měřicí technika

Student: Pavel Šafář

ID: 72879

Ročník: 3

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Soutěže v umělé inteligenci

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

- vytvořte seznam soutěží v umělé inteligenci a robotice
- vytvořte kalendář plánovaných akcí na rok 2011
- vyberte si jednu ze soutěží a pokuste se zopakovat stejné experimenty
- srovnajte vlastní dosažené výsledky s výsledky prezentovanými na vybrané soutěži

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 30.5.2011

Vedoucí práce: Ing. Petr Honzík, Ph.D.

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Práce se zabývá oborem umělé inteligence a především soutěžemi, které v tomto oboru probíhají nebo probíhaly. Jedná se o soutěže související s obory robotiky, počítačového vidění, komunikace, predikce časových řad a herních programů. Dále je zkoumáno použití neuronové sítě jako nástroje pro řešení problému piškvorek. Neuronová síť zpracovává dané herní situace a nastavuje hodnoty výstupů podle předem naučených vzorů.

Klíčová slova

Umělá inteligence, robotika, umělá neuronová síť, perceptron, backpropagation.

Abstract

My thesis is focused on the field of artificial intelligence and especially on the competitions in the areas of robotics, computer vision, communication, time series forecasting and game playing programmes. Furthermore I devoted myself to the research of the use of neural network as a tool to solve the Gomoku game problems. The neural network processes the game situations and sets up the output values based on the pre-set models.

Keywords

Artificial intelligence, robotics, neural network, perceptron, backpropagation

Bibliografická citace

ŠAFÁŘ, P. Soutěže v umělé inteligenci. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. XX s.

Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Honzík, Ph.D.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Soutěže v umělé inteligenci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne: **30. května 2011**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Honzíkovi, Ph.D. za odborné rady, které mi pomohly při tvorbě bakalářské práce.

V Brně dne: **30. května 2011**

.....
podpis autora

Obsah

ÚVOD.....	9
CÍL PRÁCE	9
1 SOUTĚŽE V UMĚLÉ INTELIGENCI.....	10
1.1 Robotické soutěže.....	10
1.1.1 Robotický fotbal	10
1.1.2 Eurobot.....	13
1.1.3 SICK Robot Day.....	15
1.1.4 Robotour.....	16
1.1.5 International Aerial Robotics Competition	17
1.1.6 DARPA Challenge.....	19
1.2 Soutěže v ostatních oborech UI.....	20
1.2.1 Loebnerova cena	20
1.2.2 Gomocup	23
1.2.3 NiSYS Competition	24
1.2.4 Face Recognition Grand Challenge	25
1.2.5 NNGC 1.....	26
1.2.6 Machine Intelligence Competition.....	27
1.3 Přehled soutěží	28
1.4 Přehled soutěží u kterých není uveden popis	29
2 NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ.....	30
2.1 Popis vlastního řešení	30
2.2 Použité programové prostředky.....	30
3 TEORIE NEURONOVÝCH SÍTÍ	31
3.1 Historie neuronových sítí.....	31
3.2 Perceptron	33
3.3 Vrstvené neuronové sítě.....	34
3.4 Backpropagation.....	34
3.5 Neuronové sítě v MATLABu.....	35
3.5.1 Vybrané příkazy.....	35
4 REALIZACE VLASTNÍHO NÁVRHU	36
4.1 Popis návrhu pro pole 10x10.....	36

4.1.1 Trénovací algoritmus	36
4.1.2 Dosažené výsledky	36
4.2 Popis návrhu pro pole 5x5	38
4.2.1 Trénovací parametry	38
4.2.2 Dosažené výsledky	38
4.3 Úprava řešení pro pole 5x5	40
4.3.1 Trénovací parametry	40
4.3.2 Dosažené výsledky	41
4.4 Zhodnocení	42
ZÁVĚR	43
LITERATURA	44
PŘÍLOHY	45

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá oborem umělé inteligence a soutěžemi, které s ním úzce souvisejí. V první části práce je uveden popis vybraných soutěží z oboru robotiky, komunikace, počítačového zpracování obrazu, predikce časových řad a také herních soutěží. Oboru robotiky byla vzhledem k počtu soutěží věnována větší část textu. První část práce je zakončena stručným přehledem soutěží a obsahuje informace o posledním a následujícím konaném ročníku. V přehledu jsou také uvedeny webové adresy, na kterých lze najít podrobnější informace.

Ve druhé části práce je popsán návrh programu řešícího problém piškvorek. Jako nástroj pro predikci možných tahů byla použita dopředná neuronová síť s učicím algoritmem backpropagation. Byly zkoumány výsledky dané neuronové sítě, pracující na hrací ploše o velikosti 10x10 a 5x5.

V závěru práce jsou navrženy možná zlepšení, která by mohla být při řešení použita.

CÍL PRÁCE

Cílem práce je vytvořit přehledný seznam probíhajících soutěží v oboru umělé inteligence a navrhnout vlastní řešení programu, který by mohl napodobit soupeře ve stolní hře nazývané piškvorky.

1 SOUTĚŽE V UMĚLÉ INTELIGENCI

V této kapitole je uveden popis vybraných soutěží, které souvisejí s oborem umělé inteligence. Soutěže jsou rozděleny do dvou kategorií, a to robotické soutěže a soutěže v ostatních oborech umělé inteligence.

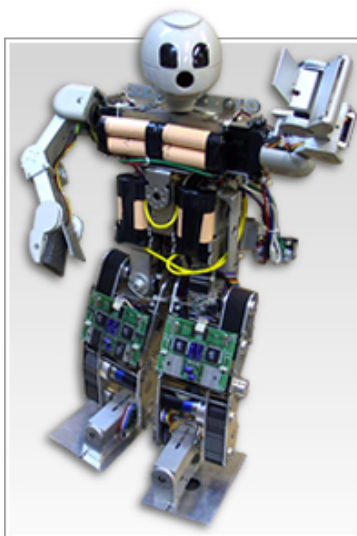
1.1 Robotické soutěže

1.1.1 Robotický fotbal

Robotický fotbal jako soutěžní disciplína vznikl okolo roku 1992. V roce 1995 přišel Jong-Hwan Kim, profesor Korejského institutu vědy a technologií (KAIST), s myšlenkou zorganizovat mezinárodní turnaj v robotickém fotbale, který se poprvé konal o rok později. V dnešní době probíhají turnaje díky organizaci FIRA, která vznikla v roce 1997.

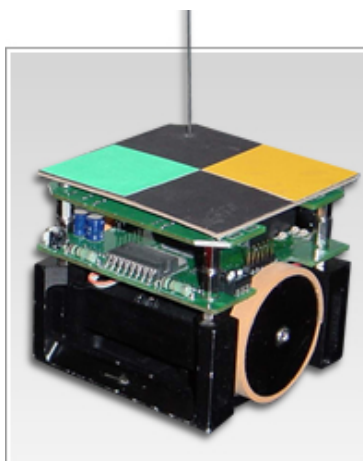
Soutěž probíhá v několika kategoriích, lišících se podle vlastností robotů, velikostí hřiště, velikosti míče a způsobu ovládání robotů.

Pravděpodobně nejnákladnější kategorií je HuroSot, ve které soutěžní roboti napodobují pohyb člověka. Robot může být maximálně 150 cm vysoký, může vážit nejvýš 30 Kg a musí mít dvě nohy. Hrací plocha má rozměry 4,3 x 3,4 m nebo 3,5 x 2,5 m. Robot pro HuroSot je na *Obr. 1*.



Obr. 1 - Robot pro HuroSot [1]

Druhou kategorií je MiroSot. Soutěží dva týmy po třech, pěti nebo jedenácti robotech. Tato kategorie má výhodu nízkých nákladů. Roboti jsou krychle o straně 7,5 cm pohybující se pomocí všesměrového podvozku. Hřiště pro MiroSot má rozměr 4 x 2,8 m, nebo 2,2 x 1,8 m a míček je oranžový, golfový. Celá plocha je snímána shora kamerou, která poskytuje informace o poloze hráčů a míče. Na základě těchto informací a pomocí programu počítač řídí rychlost a směr hráčů. Turnaje v této kategorii se zúčastňují také čeští zástupci. Robot pro MiroSot je na *Obr.2*.



Obr. 2 – Robot pro MiroSot [2]

V kategorii AmireSot se hraje s podobnými roboty jako v kategorii předcházející, ale pouze jeden na jednoho. Nad hrací plochou o velikosti 1,3 x 0,9 m není snímací kamera a každý robot má svůj vlastní snímač pro monitorování okolí. Roboti musí být autonomní, takže nejsou ovládáni z řídicího počítače. Robot pro AmireSot je na *Obr.3*.



Obr. 3 – Robot pro AmireSot [3]

Další kategorie se liší ve velikosti robotů a hřiště, počtu robotů, způsobu monitorování prostoru a také druhem řízení robotů. Kategorie SimuroSot je jediná, která probíhá pouze softwarově. Zápas probíhá na obrazovce a mohou se ho účastnit dva týmy čítající 5 nebo 11 hráčů

Smyslem robotů kopané je podporovat výzkum umělé inteligence tak, aby byla použitelná pro pohyb robotů v prostoru a jejich reakce v reálném čase. Dlouhodobým cílem robotů kopané je postavit v roce 2050 tým autonomních robotů chodících po dvou nohách, který by v rámci pravidel mezinárodní fotbalové federace porazil lidský tým mistrů světa.

Vítězem minulého ročníku mezinárodní soutěže v robotnickém fotbale se v kategorii MiroSot stal slovenský tým SjF TUKE robotics, ze Strojírenské Fakulty Technické Univerzity v Košicích.

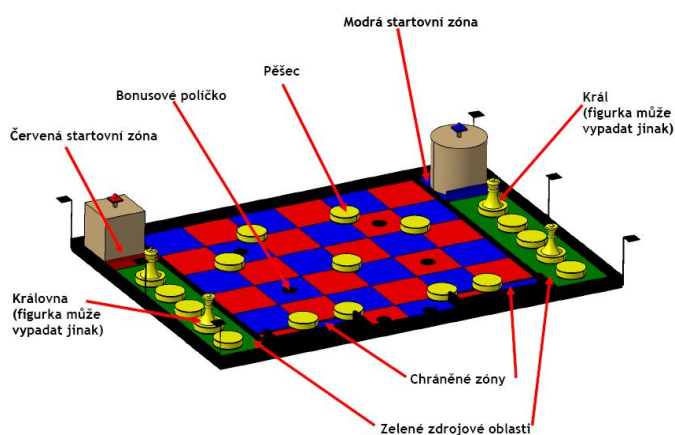
Příští ročník:

Letošní ročník RoboWorld Cup Soccer Tournament bude probíhat ve dnech 26. až 30. srpna ve městě Kaohsiun na Taiwanu.

1.1.2 Eurobot

Eurobot je mezinárodní soutěž autonomních pozemních robotů, která původně vznikla ve Francii. Poprvé se konala v roce 1998, letos tedy bude probíhat 14. ročník. Pravidla soutěže jsou každoročně obměňována. Mění se cíl, kterého mají roboti dosáhnout, počet robotů i velikost hřiště. Přesná pravidla jsou zveřejňována na podzim roku předcházejícího roku soutěže samotné, na jaře probíhají národní kola a v létě kolo mezinárodní. Turnaje se již několik let pravidelně zúčastňují české týmy konstruktérů a programátorů.

Pravidla pro letošní rok jsou opět odlišná od předchozích ročníků. Roboti se budou pohybovat po ploše o rozměrech přibližně 3 x 2m a každý tým bude mít jednoho robota. Zápas trvá 90 vteřin a výhercem je ten tým, jehož robot umístí více svých figurek na správnou barvu pole. Robot je naprogramován předem a během klání pak nesmí být řízen žádným dalším počítačem ani člověkem, podobně jako v některých kategoriích robotického fotbalu. Hrací plocha pro Eurobot 2011 je na *Obr. 4*.



Obr. 4 – Hrací plocha pro Eurobot 2011 [4]

Vítězem minulého ročníku soutěže Eurobot se stal robot Cogito MART který byl zkonstruován na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy.

Příští ročník:

Finále letošního ročníku se bude konat 28. června až 2. července 2011, termín podávání přihlášek na rok 2012 zatím nebyl stanoven.

1.1.3 SICK Robot Day

Německá firma SICK je výrobcem senzorů a zařízení pro automatizaci. V roce 2007 proběhl první ročník soutěže autonomních robotů, SICK Robot Day, další se pak konaly v letech 2009 a 2010. Třetí ročník soutěže probíhal ve Waldkirchu v Německu a zúčastnily se ho tři české týmy.

Úkolem robotů bylo lokalizovat v aréně o průměru cca 15m tabule s číslicemi 0 až 9 umístěné po obvodu a co nejrychleji projet zadanou sekvenci čísel. Startovali vždy dva roboti současně, přičemž jeden měl za úkol projet sekvenci čísel 0-9 a druhý 9-0. Časový limit byl 10 minut a v aréně se navíc vyskytovaly překážky, jimž se museli roboti vyhýbat. Vítězný robot dokázal projet všechna čísla za necelé tři minuty. Aréna pro SICK Robot Day je na *Obr.5*.



Obr. 5 – Aréna soutěže SICK Robot Day [5]

Vítězem ročníku 2010 se stal robot týmu Attempto Tübingen, z univerzity Karla Eberharda v Tübingenu.

Příští ročník:

Datum konání příštího ročníku doposud nebylo zveřejněno.

1.1.4 Robotour

Český server robotika.cz založil v roce 2006 soutěž autonomních robotů pohybujících se v terénu, pod názvem Robotour. Pátý ročník soutěže se konal v Bratislavě a zúčastnil se ho kromě slovenských a českých družstev také jeden tým italský.

Roboti se pohybovali v parku a měli za úkol dostat se z předem neznámého místa startu do cíle, přičemž museli jezdit po vyhrazených cestách. Na trase byly umístěny překážky v podobě figurín a krabic, do kterých roboti nesměli narazit. Každý robot dále nesl povinný náklad. Soutěžící zadali robotům pouze základní mapu prostoru a cílové souřadnice, ti potom museli pokračovat v cestě sami. Start robotů probíhal hromadně z pozice o rozměru 1,5 x 1,5m. Minutu před startem již byla zakázána interakce člověka s robotem. Časový limit stanovený pro projetí celé trasy byl 30 minut. Každý robot musel být vybaven dobře viditelným a přístupným tlačítkem EMERGENCY STOP pro zastavení.

Vítězen loňského ročníku se stal robot EDURO (*Obr. 6*), jehož základními senzory pro snímání okolí jsou laserový senzor SICK, kamera s širokoúhlým objektivem, sonar, kompas a GPS.



Obr. 6 – Robot EDURO [6]

Příští ročník:

Šestý ročník soutěže Robotour se bude konat 17. září 2011, v jednom z vybraných parků ve městě Vinna v Austrálii.

1.1.5 International Aerial Robotics Competition

V roce 1991 založil Robert Michelson soutěž autonomních létajících robotů, která se od doby svého vzniku rozdělila do šesti po sobě jdoucích misí, jejichž složitost postupně vzrůstala.

První mise byla zadána v roce 1991 a spočívala v přenesení železného disku z jedné strany arény na protější. Mise byla plně vyřešena v roce 1995 týmem ze Stanford University.

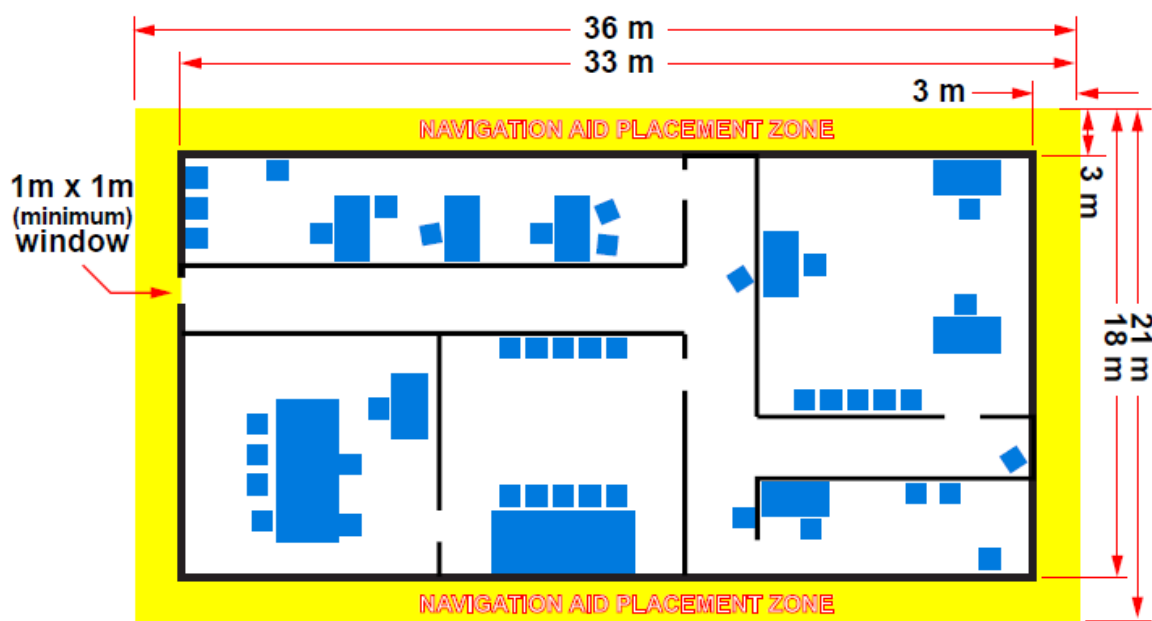
V druhé misi měli roboti za úkol prohledat zadaný prostor představující místo toxické havárie, zmapovat oblast, vyhledat v ní dané toxické materiály umístěné v barelech, identifikovat je podle štítků na barelech a přinést vzorek z jednoho barelu. V roce 1996 byla týmem z Massachusetts Institute of Technology splněna převážná část úkolu, plně vyřešen byl ale až o rok později robotem pocházejícím od tvůrců z Carnegie Mellon University.

Třetí mise byla vyhlášena v roce 1998 a hlavním cílem bylo vyhledání zraněných osob ve ztížených podmínkách. Roboti měli za úkol zmapovat objekt, ve kterém došlo k havárii, najít a rozeznat mrtvé osoby od živých, a to vše za přítomnosti požáru, kouře a tryskající vody. Mise byla splněna v roce 2000 robotem pocházejícím z Technické university v Berlíně.

Čtvrtá mise byla zadána v roce 2001 a byla rozdělena na tři scénáře, z nichž všechny měly podobné hlavní požadavky. Roboti museli dolétnout do dané destinace vzdálené tři kilometry, zmapovat prostor se všemi budovami, lokalizovat budovu, ve které došlo k havárii, najít možné vstupy do budovy, dopravit do budovy snímací zařízení a dopravit zpět na stanoviště fotky z budovy ve které došlo k havárii. To vše měl robot stihnout v patnácti minutách. Tato mise byla kompletně vyřešena v roce 2008. Podařilo se ji splnit více soutěžícím, žádný ale nedodržel zadaný časový interval. Cena byla tedy rozdělena mezi více účastníků.

Pátá mise vznikla v roce 2008 a byla zaměřena na pohyb létajících robotů v předem nezmapovaném interiéru, ve kterém měl robot pořídit snímky zadaného objektu, jehož lokaci ale neznal. Vítězem páté mise se stal robot vytvořený týmem z Massachusetts Institute of Technology, a to hned v roce 2009.

Šestá mise, zadaná v roce 2010, je rozšířením minulého úkolu a probíhá v letošním roce. Úkolem robotů je proniknout do budovy, ve které mají nalézt flashdisk umístěný v jedné z místností. Během pohybu v budově jsou roboti naváděni podle ukazatelů na danou místnost. V budově jsou umístěny kamery a laserové senzory, které robota nesmí zachytit. Mapa objektu pro šestou misi je na *Obr. 7*.



Obr. 7 – Objekt pro šestou misi IARC [7]

Příští ročník:

Tento rok probíhá šestá mise soutěže létajících robotů, jejíž finále se koná 8. až 12. srpna, v Grand Forks, USA.

1.1.6 DARPA Challenge

Darpa Challenge je soutěž bezpilotních automobilů vyhlášena organizací Defense Advanced Research Projects Agency. Soutěž doposud proběhla ve třech ročnících, a to v letech 2004, 2005 a 2007. Jedná se o první soutěž, která probíhala také na tratích o délce větší než 200 km. Týmy nemusely řešit problematiku návrhu vozidla, ale pouze jeho řízení, většina vozidel měla proto původ v sériově vyráběných automobilech.

V roce 2004 se soutěžilo na trati o délce 240 km, kterou nedokázalo zdolat žádné vozidlo. Cena proto byla předána týmu z Carnegie Mellon University, jejichž vozidlo ujelo nejdelší část tratě, téměř 12 km.

V roce 2005 dokončilo 210 km dlouhou trať pět vozidel, ze kterých byl nejrychlejší automobil týmu ze Stanford University Palo Alto. Ten urazil trať za necelých 7 hodin.

Ročník 2007 probíhal na trati dlouhé pouze 96 km, kterou musela vozidla projet za 6 hodin. Nejlepšího času dosáhl automobil týmu z Carnegie Mellon University, který jel průměrnou rychlostí 22 km/h a trať projel za 4 hodiny.



Obr. 8 – vítězné vozidlo DARPA Urban Challenge 2007 [8]

Příští ročník:

Datum ani místo konání příštího ročníku doposud nebylo zveřejněno.

1.2 Soutěže v ostatních oborech UI

1.2.1 Loebnerova cena

Americký vynálezce Hugh Loebner založil v roce 1990 Loebnerovu cenu. Ta je každoročně udělována programu, který vykáže nejlepší komunikační schopnosti. Tato soutěž je založena na Turingově testu.

Turingův test byl prezentován svým tvůrcem Alanem Turingem v roce 1950, a má za cíl prověřit, zdali testovaný systém umělé inteligence vykazuje známky inteligentního chování. Test spočívá v porovnání odpovědí systému umělé inteligence a člověka třetí osobou. Pokud testující osoba nepozná, zda hovoří s počítačem nebo člověkem, splňuje tento systém umělé inteligence Turingův test. Turingův test však zdaleka nepokrývá všechna hlediska, na základě kterých hodnotíme chování systému umělé inteligence.

Soutěž o Loebnerovu cenu probíhá za přítomnosti sudích, kteří podobně jako v Turingově testu komunikují se systémem umělé inteligence a s člověkem. Zlatou a stříbrnou medaili obdrží ten systém, u kterého ani jeden z rozhodčích nerozezná, zda hovoří s člověkem nebo počítačem. Tyto medaile však doposud nebyly uděleny. Bronzovou medaili získá systém, u kterého si nejvíce sudích myslelo, že se jedná o člověka.

Minulý ročník Loebnerovy soutěže probíhal na California State University v Los Angeles, a jeho vítězem se stal Bruce Wilcox se systémem Gowilcox, který obdržel bronzovou medaili.

Část záznamu konverzace rozhodčího s programem Gowilcox:

Záznam z prvního kola:

J - Greetings.

P - A lovely morning to you.

J - I'm pretty tired of this weather.

P - That's too bad. What are you taking for that?

J - Lots of coffee.

P - I have a coffee in my garden.

J - Coffee beans, or just coffee?

P - My favorite spice flavoring is vanilla. I love it in cookies and ice cream.

J - But what about your garden?

P - Oh, nothing.

P - A man walks into a doctor's office with a cucumber up his nose, a carrot in his left ear and a banana in his right ear. "what's the matter with me?" he asks the doctor. The doctor replies, "you're not eating properly."

J - Well, I believe that is worth a "LOL".

P - Should I know that?

J - Possibly, it is used widely in popular culture nowadays.

P - Glitterati are just silly things to care about.

J - Glitterati? Are you talking about celebrity culture?

P - What about Glitterati?

J - Nevermind.

P - I can understand making musicians and athletes into popstars. I just can't understand Paris Hilton as a concept to care about

J - Well, many people like to distract themselves from their worries with the problems that celebrities cause for themselves.

P - Well, many people like to distract themselves from their worries with the problems that celebrities cause for themselves.... with the problems that celebrities cause for the problem .

J - So, I suspect you do not care for celebrity culture. True?

P - So, I suspect you do not care for celebrity culture. True?

J - Are you repeating me?

P - Are you repeating me?

Záznam z druhého kola:

J - how is it going?

P - A lovely morning to you.

J - what do you think of the weather today

P - I wish they'd invent teleportation. Then you could live anywhere.

J - could we live on jupiter then?

P - Jupiter has too much gravity to live on. It would squash you flat.

J - completely flat?

P - Should I know that?

J - are you a man or woman?

P - I am woman.

J - do you like to read books?

P - Yes reading is my favorite pastime.

J - what's your favorite book

P - The Cat In The HatThe Cat In The Hat It's because It's Just The Main Seuss Book.

J - i thought one fish, two fish, red fish, blue fish was the main book?

P - Red is a movie, but I haven't seen it.

J - neither have I

P - OK.

J - what movie have you seen?

P - I haven't been to the movies recently.

J - what was the last movie you watched

P - I saw Up in the Air. It was really good.

J - you like computer animation?

P - I'm not a chatbot.

J - do you like computer animation?

P - I don't know much about talking programs. It's amazing what they can do.

J - are you interested in flying kites?

P- I travel by plane once or twice a year.

Příští ročník:

Letošní ročník soutěže se bude konat 19. října 2011, na University of Exeter ve Velké Británii.

1.2.2 Gomocup

Soutěž Gomocup vznikla v české republice v roce 2000. Soutěžící mají za úkol naprogramovat co nejlepší umělou inteligenci pro hraní hry piškvorky, ve světě známé jako Gomoku. Soutěže se pravidelně zúčastňují zahraniční programátoři. Pomocí manažeru zde proti sobě hrají pouze programy, nikoli lidé s programem. Komunikují mezi sebou přes standardní vstup a výstup nebo textový soubor, takže je možné programovat v jakémkoli jazyce, který je schopen vytvořit spustitelné soubory pro Windows, popřípadě MS-DOS.

Turnaj se koná každý rok na jaře a každý soutěžící může do hry použít pouze jeden piškvorkový program. Hrací plocha má velikost 20x20 polí, přičemž vyhrává ten program, který jako první vytvoří řadu pěti značek. O umístění rozhodují udělené body, skóre, a pokud je zisk bodů i skóre stejný, rozhoduje vzájemný zápas a nakonec čas na tahy. Během soutěže se smí do programů ukládat informace získané při jednotlivých zápasech, přičemž je omezena celková velikost programu před turnajem, během turnaje a velikost použité operační paměti při hře. Před turnajem nesmí program zabírat více jak 2MB, během turnaje nesmí velikost programu překročit 20 MB a během hry nesmí být překročen limit použité operační paměti, který bývá stanoven na minimálně 70MB. Před zahájením soutěže jsou dále oznámeny časové limity programů pro odehrání tahu. Limity se pohybují okolo hodnot 30 vteřin na tah a 3 minuty na celou partii. Výkon používaných počítačů není předem znám, takže se program musí umět přizpůsobit průběhu daného klání a podle zbývajících času přizpůsobit svoji herní strategii.

Vítězem ročníku 2011 se stal Andrej Tokarjev svým programem Tito.

Příští ročník:

Datum konání třináctého ročníku turnaje zatím nebylo zveřejněno, ale pravděpodobně se bude konat v období duben/květen 2012.

1.2.3 NiSYS Competition

NiSYS Competition je soutěž probíhající pod záštitou německé organizace NiSYS, která doposud proběhla ve dvou ročnících, v letech 2006 a 2007. V ročníku 2006 bylo úkolem navrhnout senzorickou část pro monitorování reaktoru složeného z velkého počtu tyčí naplněných katalyzátorem. Sensory měly sledovat stav katalyzátoru a předávat informace pro řízení reakce tak, aby probíhala při správné teplotě.

Vítězem ročníku 2006 se stal Dymitr Ruta z britské společnosti British Telecommunication PLC, cenu „Best nature inspired concept“ získal Martin Macaš z Technické Univerzity v Praze.

Ročník 2007 byl zaměřen na počítačové vidění a rozpoznávání obrazu. Firma Daimler Chrysler vyvíjela pro své automobily kamerový systém pro rozpoznávání chodců na libovolném pozadí a v souvislosti s tím poskytla toto téma pro zadání NiSYS Competition. Soutěžící měly k dispozici 9800 snímků, z nichž první polovina byla s chodci, a druhá polovina bez chodců. Cílem bylo vyvinout systém, který by tyto obrázky rozlišil a bylo by tedy možné, použít ho jako prvek aktivní bezpečnosti v automobilech.

Vítězem ročníku 2007 se stala skupina řešitelů Luciano Olivera, Urbano Nunes, Paula Peixoto z University of Coimbra v Portugalsku a také obhájce titulu z minulého ročníku, Dymitr Ruta z britské společnosti British Telecommunication PLC.

Příští ročník:

Další ročník soutěže zatím nebyl vyhlášen.

1.2.4 Face Recognition Grand Challenge

V letech 2004 – 2006 probíhala soutěž Face Recognition Grand Challenge (FRGC), kterou sponzorovala organizace National Institute of Standards and Technology s cílem podpořit rozvoj této oblasti rozpoznávání obrazu. Problematika snímání obličeje byla řešena již v minulosti, soutěž se ale zabývala zlepšením této metody pomocí snímků s vysokým rozlišením a také 3D snímků obličeje. Dosavadní 2D snímky pro rozpoznání obličeje měly 40-60 pixelů mezi středy očí, zatím co snímky pro FRGC měly 250 pixelů. Metoda rozpoznávání z 2D i 3D snímků pak měla kromě samotného rozpoznávání umět eliminovat také různé změny jasu a kontrastu obrázku v závislosti na osvětlení sledované osoby.

Nejlepší technologii pro rozpoznávání obličeje, která byla v rámci FRGC testována, byla FaceVACS patentovaná firmou Cognitech.

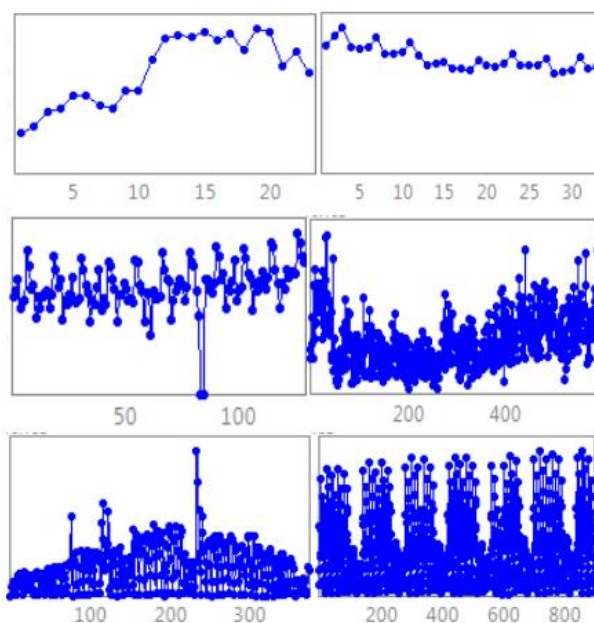
Příští ročník:

Další ročník soutěže zatím nebyl vyhlášen.

1.2.5 NNGC 1

Britská univerzita v Lancasteru uspořádala v roce 2010 pod názvem „Time Series Forecasting Grand Competition for Computational Intelligence“ již třetí ročník soutěže v oboru umělé inteligence, která se týkala predikce časových řad. Soutěž byla vyhlášena v lednu 2010 a konečné výsledky byly prezentovány na ISF'10 konferenci v San Diegu.

Poslední ročník navazoval na předchozí ročníky 2006 a 2008 a probíhal ve třech turnajích. Soutěžící měli k dispozici 6 datových souborů, z nichž každý obsahoval 11 časových řad různých časových frekvencí od ročních, až po hodinové. K řešení mohlo být použito libovolné metody umělé inteligence. Úkolem bylo předpovědět jednu, dvě nebo více časových řad.



Obr. 9 – Příklad časových řad pro NNGC 1 [9]

Příští ročník:

Další ročník soutěže zatím nebyl vyhlášen.

1.2.6 Machine Intelligence Competition

Organizátoři Prof. Max Bramer (SGAI), Dr. John L. Gordon (AKRI) a Richard Ellis (Helyx) založili v roce 2002 pod názvem Machine Intelligence Competition soutěž systémů využívajících umělou inteligenci. Soutěže se mohou zúčastnit komerční i nekomerční systémy ve formě softwaru (komunikační systémy, rozpoznávání zvuku a obrazu, predikční systémy) i hardwaru (roboti). Cena je od roku 2002 udělována každoročně, a to systému, který nejvíce osloví rozhodčí během patnáctiminutové prezentace.

Vítězem ročníku 2010 se stal Rollo Carpenter se svým konverzačním systémem Cleverbot, který byl zdokonalován pomocí webu, kde tento systém komunikoval a učil se. Během prezentace potom systém absolvoval část Turingova testu.

Přístí ročník:

Ročník 2011 bude probíhat 14. prosince 2011, přičemž prezentace systémů bude součástí konference SGAI která bude probíhat na univerzitě v Cambridge ve Velké Británii.

1.3 Přehled soutěží

POPIS	POSLEDNÍ ROČNÍK	PŘÍŠTÍ ROČNÍK	WEB
Soutěž autonomních robotů ve fotbale	2010	26. - 30. 8. 2011	http://www.fira.net/
Soutěž autonomních robotů, kteří zvládají pohyb v terénu a jednoduché manuální pohyby	2010	28. 6. -2. 7. 2011	http://www.eurobot.org/
Soutěž autonomních robotů, kteří zvládají pohyb v terénu k neznámému cíli	2010	nezveřejněno	http://robotika.cz/competitions/ sick-robot-day/2010/cs
Soutěž autonomních robotů, kteří zvládají pohyb v terénu k pevnému cíli a dokážou převést náklad	2010	17. 9. 2011	http://robotika.cz/competitions/r obotour/cs
Soutěž létajících autonomních robotů	2010	8. -12. 8. 2011	http://iarc.angel- strike.com/index.php
Soutěž bezpilotních automobilů	2007	nezveřejněno	http://www.darpa.mil/grandchall enge/index.asp
Soutěž komunikačních programů	2010	19. 10. 2011	http://loebner.net/Prize/loebner -prize.html
Soutěž piškvorkových programů	2011	2012 - přesné datum nezveřejněno	http://gomocup.wz.cz/
Soutěž libovolného systému využívajícího umělou inteligenci, na téma dané organizátory	2007	nezveřejněno	http://www.nisis.risk- technologies.com/
Soutěž programů pro rozpoznávání tváří	2006	nezveřejněno	http://face.nist.gov/frgc/
Soutěž programů pro predikci časových řad	2008	nezveřejněno	http://www.neural-forecasting- competition.com/
Soutěž libovolného systému využívajícího umělou inteligenci	2010	14. 12. 2011	http://www.bcs- sgai.org/micomp/

Tab. 1 – Přehled soutěží v umělé inteligenci

1.4 Přehled soutěží u kterých není uveden popis

V oboru umělé inteligence probíhaly další soutěže, které nebyly rozepsány v podrobné popisu. Jsou to tyto:

- Machine Intelligence Prize
- David E. Rumelhart prize
- IJCAI Award for Research Excellence
- Netflix Prize
- American Meteorological Society's artificial intelligence competition
- Herbrand Award
- SUMO prize
- Hutter Prize for Lossless Compression of Human Knowledge
- Cyc TPTP Challenge
- Eternity II challenge
- AAAI General Game Playing Competition
- Ultimate Computer Chess Challenge
- Arimaa challenge
- Google AI Challenge

2 NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ

2.1 Popis vlastního řešení

Jako téma vlastního řešení byl zvolen návrh piškvorkového programu, který bude využívat neuronové sítě. Neuronová síť by měla jako vstupní informaci zpracovávat aktuální herní situaci, a jako výstupní informaci podávat nejlepší řešení dané situace. Síť bude mít totožný počet vstupů a výstupů podle velikosti herní plochy, na které bude pracovat.

2.2 Použité programové prostředky

Jako vývojové prostředí pro tvorbu neuronové sítě byl zvolen program MATLAB, který nabízí nástroj Neural Network Toolbox. Nástroj umožňuje práci s různými druhy struktur neuronových sítí a umožňuje provádět adaptační algoritmy s jednoduchým určováním učicích parametrů.

3 TEORIE NEURONOVÝCH SÍTÍ

3.1 Historie neuronových sítí

Za počátek oboru neuronových sítí je považována práce Warrena McCullocha a Waltera Pittse z roku 1943, kteří vytvořili velmi jednoduchý matematický model neuronu, což je základní buňka nervové soustavy. V roce 1949 napsal Donald Hebb knihu „The Organization of Behaviour“, ve které navrhl učicí pravidlo pro synapse neuronů. V roce 1951 byl zkonstruován první neuropočítač Snark, u jehož zrodu stál Marvin Minsky. Jeho stavba později inspirovala další konstruktéry neuropočítačů.

V roce 1957 vynalezl Frank Rosenblatt tzv. perceptron, který je zobecněním McCullochova a Pittsova modelu neuronu pro reálný číselný obor parametrů. Na základě tohoto výzkumu sestrojil Rosenblatt spolu s Charlesem Wightmanem a dalšími během let 1957 a 1958 první úspěšný neuropočítač, který nesl jméno „Mark I Perceptron“. Díky úspěšné prezentaci uvedeného neuropočítače se neurovýpočty staly novým předmětem výzkumu. Frank Rosenblatt je proto dodnes některými odborníky považován za zakladatele tohoto nového oboru.

Krátce po objevu perceptronu vyvinul Bernard Widrow se svými studenty další typ neuronového výpočetního prvku, který nazval „ADALINE“ (ADaptive LInear Neuron).

Na přelomu 50. a 60. let dochází k úspěšnému rozvoji neurovýpočtů v oblasti návrhu nových modelů neuronových sítí a jejich implementací. Výsledky z uvedeného období jsou shrnuty v knize Nilse Nilssona „Learning Machines“ z roku 1965.

Přes nesporné úspěchy dosažené v tomto období se obor neuronových sítí potýkal s problémy, výzkum nebyl již dále dotován a neurovýpočty byly považovány za neperspektivní.

V dalším období od roku 1967 do 1982 probíhal výzkum neuronových sítí ojedinele a izolovaně, převážně mimo území Spojených států. Avšak již v počátcích tohoto období se neurovýpočty začali zabývat talentovaní badatelé, mezi nimi byli např. Shun-Ichi Amari, James Anderson, Kunihiko Fukushima, Stephen Grossberg, Harry Klopff, Teuvo Kohonen a David Willshaw. Tito vědci přispěli svými objevy k obnovení zájmu o neuronové sítě.

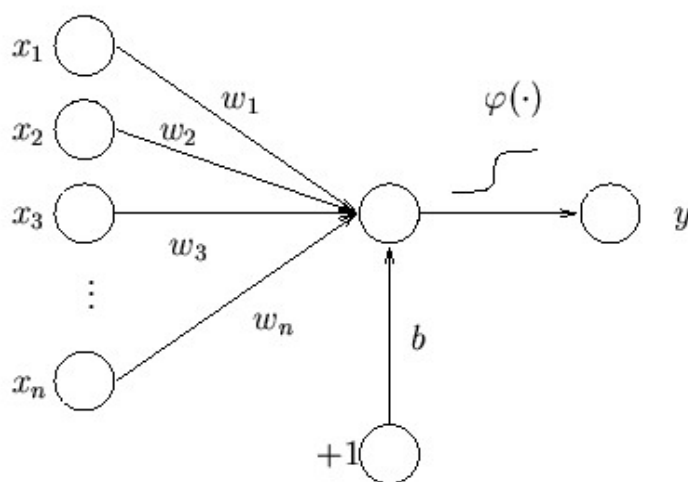
Zásluhu na renesanci oboru měl světově uznávaný fyzik John Hopfield. Svými přednáškami, které měl po celém světě, získal pro neuronové sítě stovky kvalifikovaných matematiků a technologů.

V roce 1986 publikovali své výsledky badatelé z tzv. „PDP skupiny“ (Parallel Distributed Processing Group). Ve svých pracích popsali učící algoritmus zpětného šíření chyby (backpropagation) pro vícevrstvou neuronovou síť. Tento algoritmus je doposud nejpoužívanější učící metodou neuronových sítí a jeho publikováním dosáhl zájem o neuronové sítě svého vrcholu.

V roce 1987 se v San Diegu konala první větší konference specializovaná na neuronové sítě (IEEE International Conference on Neural Networks), na které byla založena mezinárodní společnost pro výzkum neuronových sítí INNS (International Neural Network Society). Od roku 1987 mnoho renomovaných univerzit založilo nové výzkumné ústavy zabývající se neuronovými sítěmi a vyhlásilo výukové programy zaměřené na neurovýpočty. Tento trend pokračuje dodnes.

3.2 Perceptron

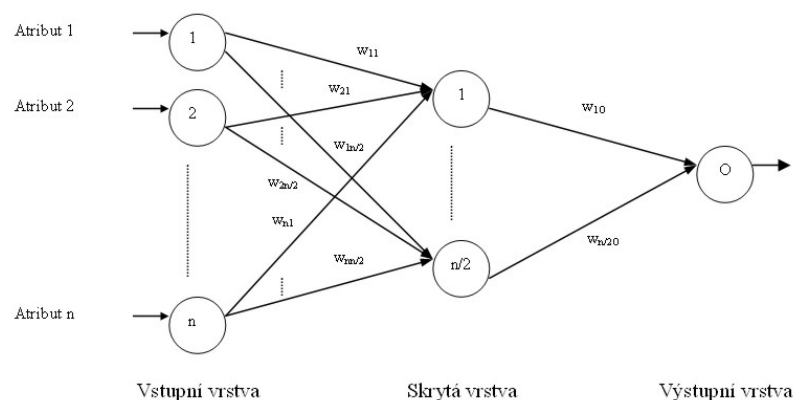
Neuronová síť je síť procesorů navzájem bohatě propojených podle určité topologie. Nejjednodušší model je tzv. perceptron. Do neuronu vstupují axony (např. x), které jsou buď výstupem jiného neuronu, nebo i vnější informací. Každý z těchto vstupních spojení vedoucích do neuronu má navíc reálné číslo w , které udává synaptickou váhu spoje (důležitost), a každý neuron má také práh θ . Výstupem neuronu je y , které je nastaveno podle předepsané nelineární přenosové funkce.



Obr. 10 – Perceptron

3.3 Vrstvené neuronové sítě

Jeden neuron obvykle nestačí pro zpracování většího množství informací, proto byly zavedeny vrstvené neuronové sítě. Vrstvená neuronová síť má obvykle jednu vstupní vrstvu, která přijímá vnější informace, jednu výstupní vrstvu, která nastavuje výstup sítě a jednu nebo více vrstev skrytých. Propojením všech těchto neuronů vzniká bohatá neuronová síť. Obrázek 18 zobrazuje neuronovou síť s rozložením 3-2-1, tedy tři neurony vstupní, dva skryté a jeden výstupní.



Obr. 11 – Vrstvená neuronová síť

3.4 Backpropagation

Backpropagation je iterativní gradientní učicí algoritmus používaný ve vícevrstvých neuronových sítích. Během učení jsou sítě nejprve předkládány vzory vstupů šířící se dopředně spolu se vzory výstupů. Po načtení vzorových dvojic dojde k výpočtu výstupu sítě, výpočtu chyby a nakonec k adaptaci vah jednotlivých neuronů. Během učení jsou postupně měněny váhy neuronů tak, aby byla chyba sítě co nejmenší. Interval, během kterého je sítě předložen každý vzor alespoň jednou, se nazývá epocha. Učení sítě může být ukončeno po dosažení minimální chyby sítě, nebo po překročení maximálního zadaného počtu epoch.

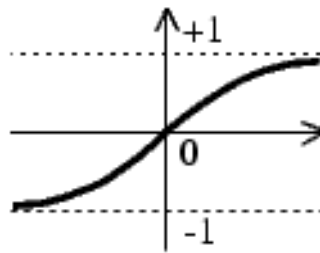
3.5 Neuronové sítě v MATLABu

Neural Network Toolbox umožňuje práci s neuronovými sítěmi v prostředí MATLABu, a obsahuje přes dvacet druhů neuronových sítí, které je možné trénovat různými algoritmy.

3.5.1 Vybrané příkazy

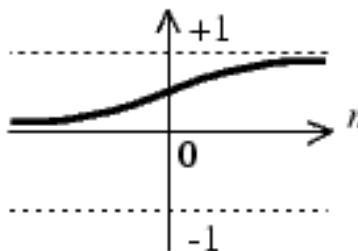
newff – vytvoří dopřednou neuronovou síť pro backpropagation, se zadaným počtem neuronů ve skryté vrstvě

tansig – funkce pro vstupy



Obr. 12 – Funkce tansig

logsig - funkce pro výstupy



Obr. 13 – Funkce logsig

train – příkaz trénování sítě zadaným algoritmem

4 REALIZACE VLASTNÍHO NÁVRHU

4.1 Popis návrhu pro pole 10x10

První návrh byl realizován pomocí vícevrstvé neuronové sítě, která pracovala s maticí 10x10 zastupující hrací pole pro piškvorky. Herní situace byly neuronové síti předkládány ve formě vektoru vstupních hodnot. Síť obsahovala 100 neuronů ve skryté vrstvě, měla 100 vstupů a výstupů. Bylo vytvořeno 64 vzorů pro chování sítě při prvních dvou herních tazích. Při předkládání vzorů byly kříže reprezentovány hodnotou 1 a kolečka hodnotou -1.

4.1.1 Trénovací algoritmus

Pro učení neuronové sítě byl použit trénovací algoritmus *traingdm*. Jedná se o metodu gradientního sestupu backpropagation s parametrem momentum.

Parametry:

```
net.trainParam.epochs = 1000
```

```
net.trainParam.goal = 0.002
```

```
net.trainParam.mc = 0.9
```

```
net.trainParam.lr = 0.08
```

4.1.2 Dosažené výsledky

Takto naučená neuronová síť nedokáže odpovídajícím způsobem reagovat ani na první tahy, kdy je protihráčem zaplněno pouze jedno políčko. Síti byly předloženy vzory pro 64 možných prvních tahů soupeře, ale ani tak nebyla schopna pravidelně nastavovat správné výstupní hodnoty. Neúspěch metody je pravděpodobně způsoben špatnými předkládanými vzory. Reakce sítě na vybrané herní situace je vidět na následujícím obrázku.

VSTUP

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2		x								
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

VÝSTUP

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	x	0,07	0,074	0,033	0,072	0,058	0,043	0,022	0
3	0	0,033	0,117	0,058	0,06	0,049	0,054	0,04	0,056	0
4	0	0,036	0,076	0,046	0,175	0,183	0,042	0,097	0,129	0
5	0	0,093	0,091	0,04	0,061	0,046	0,043	0,04	0,066	0
6	0	0,079	0,051	0,158	0,188	0,105	0,115	0,025	0,083	0
7	0	0,066	0,044	0,143	0,16	0,104	0,065	0,044	0,079	0
8	0	0,079	0,071	0,154	0,168	0,138	0,118	0,163	0,007	0
9	0	0,006	0,052	0,123	0,106	0,044	0,139	0,014	0,002	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5								x		
6										
7										
8										
9										
10										

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0,022	0,028	0,02	0,022	0,041	0,029	0,007	0,019	0
3	0	0,074	0,109	0,059	0,06	0,051	0,181	0,067	0,068	0
4	0	0,085	0,044	0,051	0,134	0,128	0,156	0,1	0,079	0
5	0	0,042	0,022	0,249	0,144	0,062	0,043	x	0,079	0
6	0	0,024	0,029	0,131	0,162	0,115	0,083	0,044	0,069	0
7	0	0,036	0,069	0,071	0,092	0,078	0,132	0,043	0,041	0
8	0	0,076	0,108	0,055	0,121	0,112	0,194	0,145	0,012	0
9	0	0,002	0,065	0,218	0,121	0,091	0,09	0,043	0,002	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8				x						
9										
10										

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0,091	0,039	0,022	0,036	0,069	0,059	0,015	0,019	0
3	0	0,068	0,11	0,051	0,08	0,022	0,119	0,042	0,031	0
4	0	0,05	0,102	0,063	0,104	0,058	0,139	0,068	0,078	0
5	0	0,039	0,117	0,091	0,138	0,066	0,043	0,036	0,058	0
6	0	0,026	0,031	0,158	0,244	0,101	0,043	0,066	0,081	0
7	0	0,03	0,076	0,169	0,294	0,094	0,159	0,031	0,036	0
8	0	0,086	0,107	x	0,161	0,1	0,239	0,053	0,012	0
9	0	0,003	0,059	0,111	0,086	0,107	0,107	0,049	0,001	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 14 – Výstupy sítě na poli 10x10, síť hraje kolečkem

4.2 Popis návrhu pro pole 5x5

Vzhledem k neúspěchu při návrhu pro pole 10x10 byl jako další krok zvolen návrh pro pole 5x5. Menší herní plocha znamená menší počet vstupů a výstupů neuronové sítě a také menší množství předkládaných vzorů. Počet neuronů ve skryté vrstvě byl zmenšen na 20, trénovací algoritmus zůstal nezměněn. Aby byl minimalizován počet vzorů předkládaných síti, byly pro každý tah použity vzory obsahující odpovídající počet políček, který se právě vyskytoval na hrací ploše.

4.2.1 Trénovací parametry

```
net.trainParam.epochs = 1000
```

```
net.trainParam.goal = 0.002
```

```
net.trainParam.mc = 0.9
```

```
net.trainParam.lr = 0.02
```

4.2.2 Dosažené výsledky

Neuronová síť pro pole 5x5 vykazovala lepší výsledky než síť pro pole 10x10. Během prvních tahů určovala správně pozice podle zadaných vzorů. Vzhledem k tomu, že nebyly předloženy vzory pro všechny herní situace, bylo zkoumáno chování sítě v těch situacích, které nebyly ve vzorech obsaženy. Hodnoty výstupů nebyly sítí správně nastaveny a výsledky tedy byly nedostačující. Reakce na známé a neznámé situace je vidět na dvou následujících obrázcích.

ZNÁMÉ SITUACE

VSTUP						VÝSTUP					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1						1	0	0	0	0	0
2				X		2	0	0,393	0,728	X	0
3						3	0	0,049	0,889	0,979	0
4						4	0	0,185	0,232	0,134	0
5						5	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1						1	0	0	0	0	0
2						2	0	0,039	0,7	0,024	0
3		X				3	0	X	0,93	0,176	0
4						4	0	0,007	0,644	0,012	0
5						5	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1						1	0	0	0	0	0
2			X			2	0	0,001	X	0,487	0
3			O			3	0	0,338	O	0,371	0
4						4	0	0,086	0,22	0,282	0
5						5	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1						1	0	0	0	0	0
2						2	0	0,018	0,181	0,091	0
3			X	O		3	0	0,153	X	O	0
4						4	0	0	0,134	0,985	0
5						5	0	0	0	0	0

NEZNÁMÉ SITUACE

VSTUP						VÝSTUP					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1						1	0	0	0	0	0
2						2	0	0,001	0,091	0,112	0
3						3	0	0,153	0	0,016	0
4						4	0	0,013	0,012	0,913	0
5	O	X				5	O	X	0	0	0

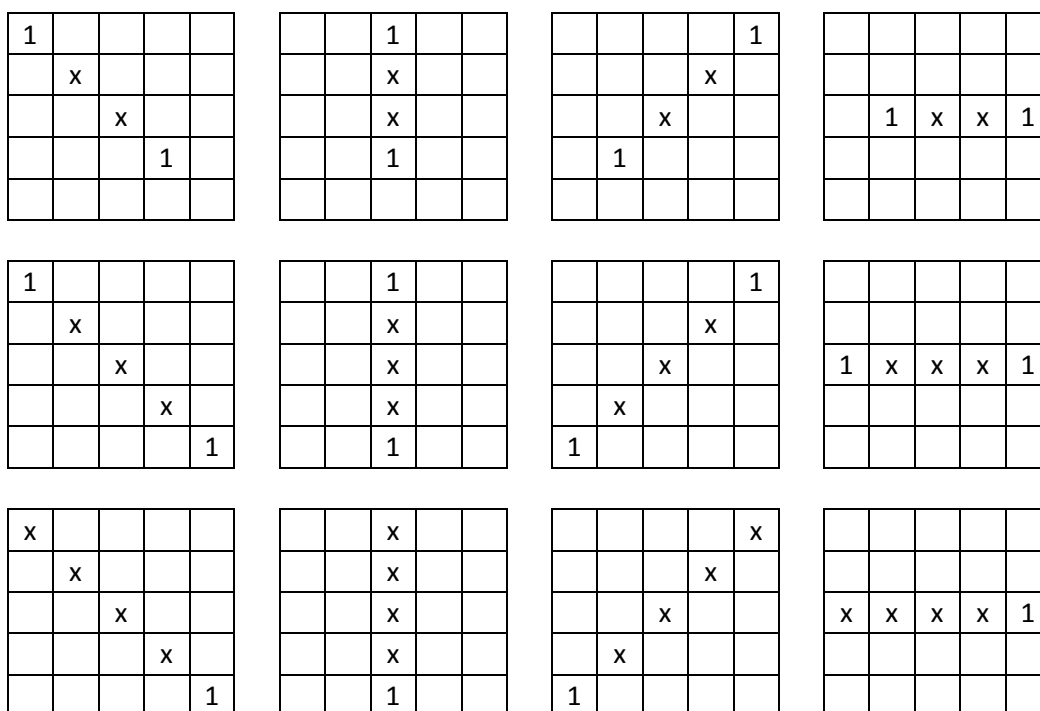
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1		X				1	0	X	0	0	0
2						2	0	8E-04	0,063	0,067	0
3						3	0	0,21	0	0,014	0
4				O		4	0	0,003	0,075	O	0
5						5	0	0	0	0	0

Obr.15 – Výstupy sítě na poli 5x5, síť hraje kolečkem

4.3 Úprava řešení pro pole 5x5

U řešení pro pole 5x5 byla upozorována důležitá vlastnost chování naučené sítě. Síť nejlépe predikuje herní situace, pokud pracuje v prostoru u středu herního pole. Naopak při herních situacích odehrávající se na kraji hrací plochy jsou výstupy nastavovány špatně. Daná vlastnost je závislá na vzorech, které jsou síti předkládány jako trénovací data. Zmíněných vlastností lze využít při návrhu sítě, která by pracovala pouze se situacemi, které se budou odehrávat na prostředním políčku plochy 5x5.

V dalším kroku návrhu byla tedy vytvořena neuronová síť, která byla učena vzory reprezentující herní stavy uvedené na následujícím obrázku.



Obr.16 – Vzory pro učení neuronové sítě při bránění

4.3.1 Trénovací parametry

`net.trainParam.epochs = 1000`

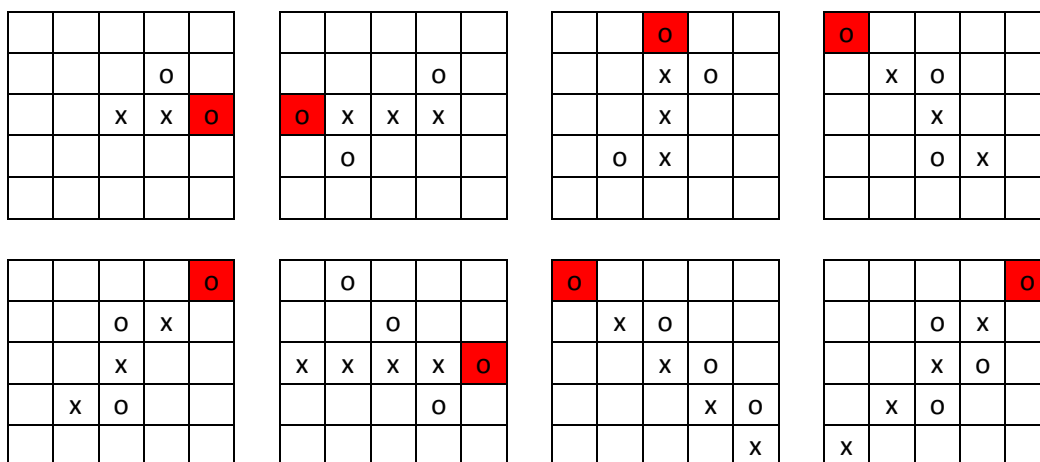
`net.trainParam.goal = 0.002`

`net.trainParam.mc = 0.8`

`net.trainParam.lr = 0.1`

4.3.2 Dosažené výsledky

Neuronová síť při takto předložených vzorech správně reaguje na základní herní situace, kdy má bránit soupeři ve tvoření řady piškvorek. Reakci na vybrané herní situace lze vidět na následujícím obrázku.



Obr. 17 – Řešení základních herních situací

Jak je vidět na *Obr. 17*, takto naučená síť již dokáže odpovídajícím způsobem reagovat na základní herní situace při obraně. Problém ovšem nastává ve chvíli, kdy má síť útočit. Předložením totožných vzorů pro reakci na řadu koleček dojde k tomu, že nezávazně na hodnotách vstupu soustavy jsou jako nejlepší řešení vyhodnocována stejná políčka jako při reakci na řadu koleček. Řešením by mohlo být zpracovávat útok a obranu dvěma různými neuronovými sítěmi. To však přináší další problém, a to jak rozlišit zdali má síť útočit, nebo bránit.

4.4 Zhodnocení

Během experimentování s použitím neuronové sítě jako řešitele problému piškvorek bylo zjištěno, že tento problém nelze řešit předkládáním celého hracího pole, ale pouze jeho části. Při návrhu pro pole 10x10 měla síť příliš velké množství vstupů a výstupů. Vzhledem k navrženému konceptu vstupů a výstupů prakticky nedocházelo ke generalizaci při zobrazení herní situace neuronové sítí. To mělo za následek stav, kdy neuronová síť nedokázala reagovat ani na jednoduché herní situace. Při návrhu pro pole 5x5 byly již výsledky lepší, ale stále by bylo potřeba velké množství vzorů, které by zahrnuly všechny situace, které na daném herním poli mohou nastat.

Jako nejlepší cesta se ukázalo omezit plochu, na které síť pracuje, na pole 5x5, přičemž předkládaná vzorová situace pokaždé obsahuje prostřední pole hrací plochy. U takto navržené neuronové sítě již můžeme vidět jistou inteligenci při pokládání piškvorky.

Pro návrh na libovolně velké pole by musela být hrací plocha rozdělena na více menších ploch, které by síť vyhodnocovala samostatně. Toto řešení již není v práci zahrnuto.

ZÁVĚR

V první části bakalářské práce byl zpracován popis vybraných soutěží v oboru umělé inteligence. Největší část byla věnována soutěžím autonomních robotů, neboť se jedná o velmi rozšířený obor a i na území našeho státu jich probíhá velké množství. Dále jsou uvedeny soutěže z oboru komunikace, predikce časových řad, rozpoznávání obrazu a herních programů. U každé ze zpracovaných soutěží jsou uvedeny informace o posledním pořádaném ročníku a nejbližším následujícím. Kapitola je zakončena přehlednou tabulkou se základními informacemi o každé soutěži a také seznamem těch soutěží, které nebyly v práci podrobně rozepsány.

V druhé části práce bylo zpracováno řešení piškvorkového problému za pomoci neuronové sítě. Neuronová síť byla nejprve použita pro zpracování celé herní plochy o rozměru 10x10 polí. Toto řešení se ukázalo jako nevhodné vzhledem k velkému počtu vstupů a výstupů neuronové sítě a také množství předkládaných vzorů. Návrh byl tedy omezen na herní plochu 5x5 polí, na které bylo dosaženo lepších výsledků. Konečné řešení zahrnovalo pole 5x5, přičemž neuronová síť nemusela zpracovávat vstupy ze všech polí, ale byly jí předloženy vzory obsahující pouze základní herní situace s přítomností piškvorky na prostředním poli. Takto navržená síť již dokázala tyto základní situace řešit.

Pro použití neuronové sítě k odehrání celé partie by muselo být řešení upraveno tak, aby byla herní plocha vždy rozdělena na více hracích ploch o velikosti 5x5. Tyto plochy by byly sítí zpracovány odděleně, přičemž by byla sledována výstupní hodnota jednotlivých polí. Pokud by pak síť narazila na některý předkládaný vzor, nastavila by vysokou výstupní hodnotu a v konečném součtu těchto výstupů by pak pole mělo největší hodnotu, podle které by byla určena poloha následující piškvorky.

LITERATURA

- [1] *Fira.net* [online]. 2010 [cit. 2010-12-28]. HuroSot. Dostupné z WWW: <<http://www.fira.net/?mid=HuroSot>>
- [2] *Fira.net* [online]. 2010 [cit. 2010-12-28]. MiroSot. Dostupné z WWW: <<http://www.fira.net/?mid=mirosot>>.
- [3] *Fira.net* [online]. 2010 [cit. 2010-12-28]. AmireSot. Dostupné z WWW: <<http://www.fira.net/?mid=amiresot>>.
- [4] *Eurobot.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-05-29]. Katedra softwarového inženýrství - Eurobot 2011. Dostupné z WWW: <<http://www.eurobot.cz/>>.
- [5] *Robotika.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-01-06]. SICK Robot Day 2010. Dostupné z WWW: <<http://robotika.cz/competitions/sick-robot-day/2010/arena.jpg>>.
- [6] *Robotika.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-01-13]. Robotour. Dostupné z WWW: <<http://robotika.cz/competitions/robotour/2010/results/eduro.jpg>>.
- [7] *Iarc.angel-strike.com* [online]. 2011 [cit. 2011-04-05]. International Aerial Robotics Competition. Dostupné z WWW: <http://iarc.angel-strike.com/IARC_6th_Mission_Rules.pdf>.
- [8] *Tartanracing.org* [online]. 2011 [cit. 2011-04-25]. Tartan Racing. Dostupné z WWW: <<http://www.tartanracing.org/gallery.html>>.
- [9] *Neural-forecasting-competition.com* [online]. 2010 [cit. 2011-01-06]. Time Series Forecasting Competition. Dostupné z WWW: <<http://www.neural-forecasting-competition.com/>>.

PŘÍLOHY

Příloha č.1 – CD se zdrojovými kódy